

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА НЕОРГАНИЧЕСКИХ КАТИОНОВ И АНИОНОВ

Алла Козыревская, Наталья Суханкина, Светлана Гавриченкова

Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка

E-pasts: sukhankina@inbox.ru

В статье рассматривается опыт практического применения метода капиллярного электрофореза (КЭФ) в научно-исследовательской работе студентов на кафедре химии Белорусского государственного педагогического университета. Данный метод наряду с другими химическими и инструментальными методами широко используется преподавателями кафедры и студентами отделений «Биология. Химия» и « География. Охрана окружающей среды» при выполнении исследовательских работ экологического характера, в частности, определение катионного и анионного состава водных объектов. В программу лабораторного практикума по аналитической химии вводятся также работы по контролю качества бутилированных вод и напитков, анализу лекарственных препаратов и биологических жидкостей.

Метод КЭФ основан на разделении компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля. Микрообъем анализируемого раствора (около 2мл) вводят в капилляр, предварительно заполненный подходящим буфером — электролитом. После подачи к концам капилляра высокого напряжения (до 30 кВ), компоненты смеси начинают двигаться по капилляру с разной скоростью, зависящей в первую очередь от заряда и массы (точнее — величины ионного радиуса) и, соответственно, в разное время достигают зоны детектирования. Полученная последовательность пиков называется электрофореграммой, при этом качественной характеристикой вещества является параметр удерживания (время миграции), а количественной (после построения градуировочной зависимости) — высота или площадь пика, пропорциональная концентрации вещества. Метод КЭФ имеет преимущества перед другими методами, которые используют аналогичные принципы, в частности:

- высокая эффективность разделения,
- малый расход реактивов,
- отсутствие дорогостоящих хроматографических колонок;
- простота аппаратного оформления;
- экспрессность анализа.

В приборе, реализующем метод капиллярного электрофореза, капилляр, заполненный раствором электролита, своими концами опущен в два содержащих тот же электролит сосуда, в которые введены электроды. Электролит обязательно должен обладать буферными свойствами, чтобы, с одной стороны, воспрепятствовать изменению состава раствора в приэлектродных пространствах, а с другой — стабилизировать состояние компонентов пробы в процессе анализа. При подаче на электроды высокого напряжения в капилляре быстро устанавливается стационарное состояние, при котором через капилляр протекает постоянный электроосмотический поток, на который накладывается взаимно противоположная электромиграция катионов и анионов.

Для регистрации сигналов в системах капиллярного электрофореза «Капель» используют фотометрическое детектирование либо с фиксированной длиной волны, либо с переменной длиной волны. При этом детектирование ведется в режиме реального времени непосредственно в капилляре (on-capillary).

Для определения анионов в приборе необходимо установить источник высокого напряжения отрицательной полярности. Тогда электрод на входном конце капилляра будет катодом, а электрод выходного конца — анодом, и анионы будут мигрировать в сторону выходного конца, т. е. к детектору.

На практике рабочий буферный раствор состоит из смеси диэтаноламина (основание) и хромовой кислоты с добавкой катионного поверхностно-активного вещества бромида цетилтриметиламмония. Порядок выхода анионов следующий: хлорид, нитрит, сульфат, нитрат, фторид, гидрофосфат. Все пики разрешаются полностью. После выхода гидрофосфата через некоторое время выходит пик гидрокарбоната, который всегда присутствует как в буферном растворе, так и в растворе пробы. Выход пика гидрокарбоната может служить признаком и сигналом для окончания анализа.

На нашей кафедре были исследованы воды на наличие различных анионов и катионов в бассейнах рек и озер Республики Беларусь. Примеры электрофореграмм представлены на рис.1 и 2.

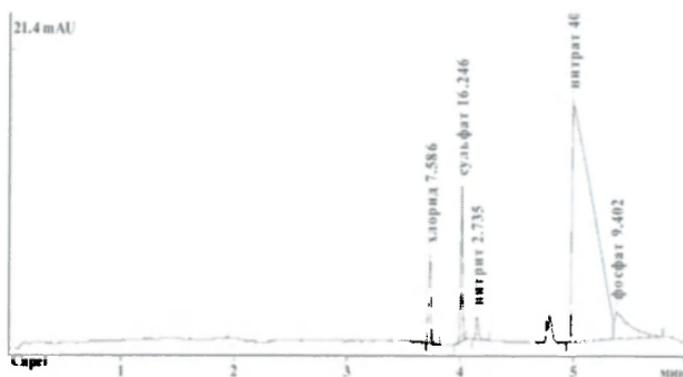


Рис. 1. Вода Заславского водохранилища.

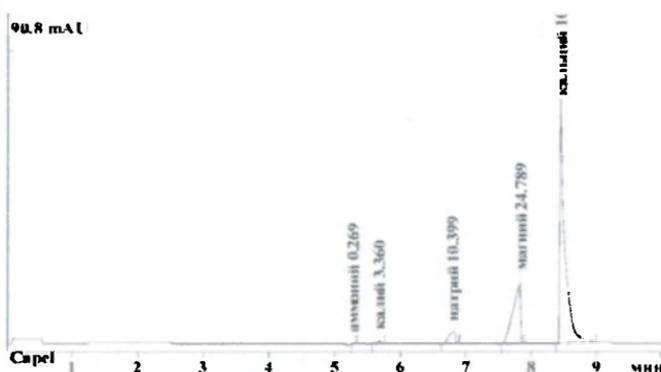


Рис.2. Вода Цянского водохранилища.

Сбор, обработка и вывод данных осуществляется с помощью персонального компьютера, на котором установлена программа сбора и обработки хроматографических данных «МультиХром для Windows».

На сегодняшний день капиллярный электрофорез является одним из наиболее перспективных методов анализа, он динамично развивается и получает всё более широкое применение в различных областях аналитической химии. Простота и доступность этого метода, а также неоспоримые преимущества, которые он даёт при выполнении измерений, позволяют надеяться на динамичное развитие методического обеспечения обуславливают включение капиллярного электрофореза в перечень физико-химических методов анализа, наиболее часто применяемых в лабораторном практикуме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система капиллярного электрофореза. Основы метода. Аппаратура. Примеры использования системы капиллярного электрофореза «Капель-103, -104, -105». – СПб., 2001. -65с.
2. Система капиллярного электрофореза «Капель-103Р». Руководство по эксплуатации. СПб.,2003..
3. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций анионов и катионов с применением системы капиллярного электрофореза «Капель». М., 2004.

SUMMARY

In the article the experience of the practical application of a method of capillary electrophoresis in scientific research work of students in the department of chemistry of Belorussian state pedagogical university is examined. This method together with other chemical and instrument methods is widely used by instructors of department and by students of departments "Biology, Chemistry" and "Geography. Protection of environment" with the fulfillment of the research works of ecological nature, in particular, the determination of the cationic and anionic composition of aqueous objects. In the program of laboratory practice in analytical chemistry is introduced also the work on quality control of waters and beverages, according to analysis of medicines and biological fluids.

Method of capillary electrophoresis is based on the separation of the components of complex mixture in the quartz capillary under the action of the applied electric field. Method of capillary electrophoresis has advantages over other methods, which use analogous principles, in particular: – the high efficiency of separation, – the low expenditure of reagents; – the absence of the expensive chromatographic columns; – simplicity of equipment formulation.